

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 196 36 903 C 1

⑤1 Int. Cl. 8:
H 01 M 8/02
H 01 M 8/10

⑳ Aktenzeichen: 196 36 903.7-45
㉑ Anmeldetag: 11. 9. 96
㉒ Offenlegungstag: —
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 2. 1. 98

DE 196 36 903 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
Forschungszentrum Jülich GmbH, 52428 Jülich, DE

⑦4 Vertreter:
König, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 52064 Aachen

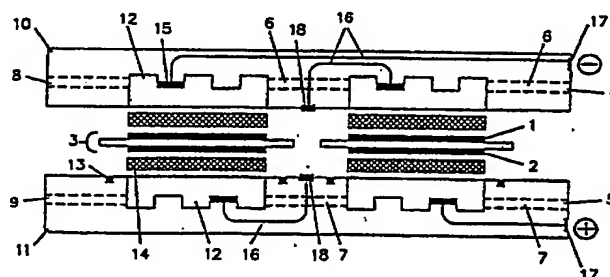
⑦2 Erfinder:
Peinecke, Volker, Dr.-Ing., 52070 Aachen, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 1 95 15 457 C1
DE 43 08 780 C1
EP 03 28 812 A1

⑤4 Brennstoffzellenmodul

⑤7 Brennstoffzellen sind üblicherweise modular aufgebaut. Das bedeutet, daß viele Einzelzellen zu Zellenstapeln hintereinander angeordnet und elektrisch in Reihe geschaltet werden. Zwischen den Einzelzellen sind bipolare Platten angeordnet, die teilweise als Kühlplatten ausgeführt sind. Die nötigen Zu- und Abführungsleitungen lassen allerdings konstruktiv aufwendige Gebilde entstehen. Es wird eine konstruktiv einfache Lösung vorgeschlagen, bei der mindestens zwei innerhalb eines quaderförmigen, aus einem anoden- und einem kathodenseitigen, jeweils mit einem Gasin- und -auslaß (4, 5; 8, 9) für die Brenngase versehenen Gehäuseteil bestehenden Gehäuses (10, 11) in einer Ebene angeordnete Einzelzellen vorgesehen sind, die elektrisch in Reihe geschaltet und deren jeweils in einem Gehäuseteil (10, 11) gebildete Anoden- bzw. Kathodenräume gastechnisch jeweils hintereinander angeordnet sind. Die Lösung ist für alle Arten von Brennstoffzellen mit Festelektrolyt verwertbar.



DE 196 36 903 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellenmodul.

Brennstoffzellen sind üblicherweise modular aufgebaut. Das bedeutet, daß viele Einzelzellen zu Zellenstapeln hintereinander angeordnet und elektrisch in Reihe geschaltet werden.

Mit modernen Brennstoffzellen sind relativ hohe Ströme bei relativ kleinen Spannungen zu erreichen. Betriebsstromdichten von 0,5 bis etwa 3 A/cm² werden z. B. mit Membranbrennstoffzellen im Wasserstoff/Sauerstoff-Betrieb heute leicht erreicht. Bei modernen Zellkonstruktionen betragen die aktiven Flächen der Membran/Elektroden-Einheiten über 100 cm², so daß mit Betriebsströmen von mindestens 50—300 A umgegangen werden muß. Diese hohen Ströme sind technisch relativ schlecht nutzbar, eher sind hohe Spannungen erwünscht. Die Spannungen der Einzelzellen liegen aber bei allen Zelltypen nur zwischen 0,5 und 1,0 V. Um hohe Gesamtspannungen zu erreichen, werden daher viele Einzelzellen in Reihe geschaltet. Durch jede Einzelzelle fließt dann der gleiche Strom.

Zwischen jeweils zwei Einzelzellen wird eine bipolare Platte angeordnet, die die Einzelzellen elektrisch miteinander verbindet. Eine solche Anordnung ist z. B. aus der DE 195 15 457 C1 bekannt.

Die Einzelzellen oder zumindest Gruppen von Einzelzellen werden brennstofftechnisch parallel angeordnet und durch große Gas- bzw. Flüssigkeitszuführungsleitungen und davon abzweigende Kanäle z. B. mit den Brenngasen Wasserstoff und Sauerstoff bzw. Luft versorgt. Die Gas- und Produktwasserabführung geschieht ebenfalls über großdimensionierte Abführungsleitungen. Derartige Brennstoffzellenmodule sind beispielsweise aus der DE 43 08 780 C1 oder der EP 0 328 812 A1 bekannt.

Hierbei sind viele runde oder eckige Einzelzellen aufeinandergesetzt. Bei diesem recht komplizierten Aufbau kann die entstehende Abwärme nur sehr schlecht durch Wärmeleitung oder freie Konvektion aus dem Inneren der Brennstoffzelle nach außen transportiert werden. Die bipolaren Platten werden deshalb mindestens teilweise als Kühlelemente genutzt, die dann jeweils die bipolaren Platten ersetzen. Sie sind zu diesem Zweck hohl ausgeführt und von einem Kühlmedium durchflossen, z. B. von Wasser oder Luft. Der Einbau von Kühlelementen vergrößert den technischen Aufwand jedoch erheblich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Brennstoffzellenmodul mit mehreren Einzelzellen anzugeben, das konstruktiv einfach aufgebaut und dessen Eigenkühlung verbessert ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch eine Anordnung von mindestens zwei innerhalb eines quaderförmigen Gehäuses in einer Ebene angeordnete Einzelzellen, wobei das Gehäuse aus einem anoden- und einem kathodenseitigen, jeweils mit einem Gasein- und -auslaß für die Brenngase versehenen Gehäuseteil besteht, die Gehäuseteile dichtend miteinander verbunden sind, die Einzelzellen elektrisch in Reihe geschaltet und die in jedem Gehäuseteil gebildeten Anoden- oder Kathodenräume gastechnisch jeweils mindestens in einer Reihe hintereinander angeordnet sind, indem in den Anoden- und Kathodenräumen der Einzelzellen angeordnete Gasverteiler über Gaskanäle jeweils miteinander verbunden sind, die bei Brennstoffzellenmodulen mit mehr als einer Einzelzellenreihe in randseitige Gehäusekanäle münden.

Der Gasdurchlauf in der jeweiligen Reihe verläuft dann bevorzugt nur in deren Richtung, ehe er über einen randseitigen Gaskanal zur nächsten Reihe übergeleitet wird. Denkbar ist auch ein zick-zack-förmiger Verlauf mit teilweise randseitigen und teilweise innenliegenden Verbindungskanälen zwischen den Reihen.

Sämtliche Anodenräume bzw. Kathodenräume werden durch die gastechnische Hintereinanderanordnung mit demselben Gasstrom versorgt.

In bevorzugter Weise werden die Gasverteiler durch Gasverteilernten gebildet, die in die Gehäuseteile eingearbeitet sind und die die Gase an den Membran/Elektroden-Einheiten vorbeiführen bzw. zum nächsten Gehäusekanal leiten.

Die Gehäuseteile weisen eine unkomplizierte Form auf und können technologisch einfach, z. B. aus Kunststoff hergestellt werden. Sie können z. B. spritzgegossen werden.

Die Zellen werden elektrisch in Reihe geschaltet, indem durch elektrische Brücken die Anode einer Zelle mit der Kathode der nächsten Zelle verbunden wird. Die einzelnen Membran/Elektroden-Einheiten werden hierzu jeweils beidseitig mit Stromableitern kontaktiert, die durch das Aufeinanderdrücken der Gehäuseteile beidseitig an die Membran/Elektroden-Einheit angepreßt werden. Hiermit wird ein guter elektrischer Kontakt erreicht. Die Stromableiter, die z. B. aus porösem Graphit, Edelstahl oder Titan bestehen können, werden an die Stromableiterkontakte, die im Gehäuse fest angeordnet sein können, angedrückt. Diese Stromableiterkontakte sind z. B. durch Drähte oder Metallfolien entweder mit einem Außenkontakt oder über Kontaktpunkte in den Gehäuseteilen mit dem Stromableiterkontakt der nächsten Zelle verbunden.

In bevorzugter Weise kann die Verbindung der Stromableiterkontakte so ausgeführt sein, daß sie jeweils mit in den Gehäuseteilen fest angeordneten Kontaktplatten verbunden sind, die beim Verbinden der beiden Gehäuseteile aufeinander aufsetzen und so eine Verbindung zwischen jeweils zwei Einzelzellen herbeiführen. Die Drähte, die Stromableiterkontakte und die Kontaktpunkte können in den Gehäuseteilen mit vergossen sein.

Die einzelnen Membran/Elektroden-Einheiten sind jeweils mit den zwei Stromableitern zwischen das untere und das obere Gehäuseteil eingelegt und z. B. durch eine im unteren Gehäuseteil eingelegte umlaufende Dichtung gegen das untere Gehäuseteil abgedichtet.

Die entstehende Abwärme wird über die Stromableiter an die Gehäuseteile abgegeben und von dort durch Wärmeleitung nach außen transportiert. Dort kann die Wärme entweder an ein vorbeifließendes Kühlmedium oder durch Konvektion an die Luft abgegeben werden.

Will man viele Einzelzellen hintereinander anordnen, so kann man lange einreihige Quader herstellen, wobei die Gase dann aus der letzten Einzelzelle in geeigneter Form abgeführt werden müssen.

In bevorzugter Weise kann das Brennstoffzellenmodul aber auch so aufgebaut sein, daß die Einzelzellen in mindestens zwei Reihen angeordnet sind und das Gehäuse randseitig mit die Reihen der Einzelzellen verbindenden Gehäusekanälen versehen ist. Auf diese Weise können der Gaseinlaß und der Gasauslaß auf dieselbe Seite gelegt werden, indem die Gase nach Durchlaufen einiger Zellen umgelenkt werden und genauso viele Zellen bis zum Auslaß durchlaufen.

Insbesondere eignen sich die Brennstoffzellenmodule dann für Kleinverbraucher mit geringer Leistung, für

die oft eine erhebliche Spannungshöhe, aber nur ein geringer Strom gefordert wird.

Die erfindungsgemäßen Brennstoffzellenmodule lassen sich durch Stapelung auch zu großen Einheiten zusammenschalten, wobei durch eine entsprechende elektrische Verschaltung der Gesamtanordnung entweder die Spannung oder der Strom oder auch beides erhöht werden kann. Sehr große Einheiten müssen durch entsprechende Anordnung, z. B. durch Belassung von Zwischenräumen zwischen den Brennstoffzellen oder durch Zwischenlegen von Kühlplatten gekühlt werden.

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1 die erfindungsgemäße Anordnung von zwei Einzelzellen innerhalb eines Gehäuses in einer schematischen Schnittdarstellung,

Fig. 2 einen Querschnitt durch ein Gehäuseteil und

Fig. 3 schematisch die erfindungsgemäße Anordnung von vier Einzelzellen in Draufsicht.

Fig. 1 zeigt die erfindungsgemäße Anordnung von zwei in einer Reihe liegenden Einzelzellen. Die Einzelzellen bestehen aus einer Anode 1 und einer Kathode 2, die mit einer Membran voneinander getrennt sind und mit dieser eine Membran/Elektroden-Einheit 3 bilden. Die Anodenräume werden über den Gaseinlaß 4 und den zugehörigen zylindrischen Gaskanal 6 mit Wasserstoff, die Kathodenräume über einen Gaseinlaß 5 und den zugehörigen Gaskanal 7 mit Sauerstoff versorgt, wobei beide Einzelzellen miteinander ebenfalls über Gaskanäle 6 und 7 verbunden sind. Die Gas- und Produktwasserabführung geschieht über die Gasauslässe 8 und 9.

Die Gaseinlässe 4 und 5, die Gaskanäle 6 und 7 sowie die Gasauslässe 8 und 9 sind jeweils in ein oberes Gehäuseteil 10 und ein unteres Gehäuseteil 11 eingearbeitet. Ebenfalls in die Gehäuseteile 10 und 11 eingearbeitet sind Gasverteilternuten 12, die für die Gasverteilung in den Anoden- und Kathodenräumen sorgen, wie auch aus der Darstellung gemäß Fig. 2 deutlich wird, die einen Schnitt durch das Gehäuseteil 11 zwischen der Dichtung 13 und der Kante der Ausnehmung mit den Gasverteilternuten 12 zeigt.

Nach dem Einlegen beider Einzelzellen in das untere Gehäuseteil 11 wird das obere Gehäuseteil 10 aufgesetzt und mit dem unteren Gehäuseteil 11 fest verbunden, wobei die Anoden- und Kathodenräume gegenseitig durch eine im unteren Gehäuseteil 11 einseitig umlaufende Dichtung 13 abgedichtet werden, indem die Dichtung 13 auf den unbeschichteten Außenteil der Membran aufsetzt.

Durch das Verbinden der Gehäuseteile 10 und 11 werden gleichzeitig jeweils zwei Stromableiter 14 von jeder Seite auf die Membran/Elektroden-Einheit 3 gepreßt, wobei ein guter elektrischer Kontakt zu den Membran/Elektroden-Einheiten 3 hergestellt wird. Auf der Außenseite der Stromableiter 14 wird außerdem die Verbindung zu Stromableiterkontakten 15 bewirkt, die in den Gehäuseteilen 10 und 11 fest angeordnet sind. Die Stromableiterkontakte 15 sind durch die hier angeordneten Drähte 16 entweder mit den Außenkontakten 17 (Plus- bzw. Minuspol) oder über die Kontaktplatte 18 mit dem Stromleiterkontakt 15 der nächsten Zelle verbunden, so daß jeweils eine Anode einer Einzelzelle mit der Kathode der nächsten Einzelzellen verbunden und die Einzelzellen insgesamt in Reihe geschaltet sind. Die Kontaktplatten 18 setzen beim Verbinden der Gehäuseteile 10 und 11 aufeinander auf.

Die Gehäuseteile 10 und 11 bestehen aus einem nichtleitenden Kunststoff. Die Drähte 16, die Stromleiterkontakte 15 und die Kontaktplatte 18 können in den Gehäuseteilen 10 und 11 vergossen sein.

Die entstehende Abwärme wird über die Stromableiter 14 an die Gehäuseteile 10 und 11 abgegeben und von diesen durch Konvektion an die Umgebungsluft abgeführt. Zusätzlich kann das Gehäuse ggf. von einem Luftstrom angeblasen werden.

Fig. 3 zeigt einen erfindungsgemäß aufgebauten Quader einer Brennstoffzelle mit zwei Reihen von jeweils zwei Einzelzellen. Gaseinlaß 5 und Gasauslaß 9 des hier gezeigten unteren Gehäuseteils 11 liegen auf derselben Seite. Das Brenngas muß zu diesem Zweck mittels eines Gehäusekanals 19 nach dem Durchlaufen der unteren beiden Einzelzellen umgelenkt werden, um dann die restlichen beiden Einzelzellen durchlaufen zu können. Elektrisch sind die vier Einzelzellen durch die hier angeordnete Verschaltung, die dann teilweise in dem hier nicht gezeigten oberen Gehäuseteil 10 liegt, in Reihe geschaltet. Die Dichtung 13 in Form eines O-Rings ist hier ebenfalls nur für eine Einzelzelle angedeutet.

Insgesamt entsteht so ein Quader mit quadratischer Basisfläche, der sich durch Stapelung zu größeren Einheiten zusammenstellen läßt, wobei durch eine entsprechende Verschaltung der Gesamteinheit entweder die Spannung oder der Strom oder auch beides erhöht werden kann. Bei sehr großen Einheiten können ggf. Kühleinheiten integriert werden, z. B. in Form von Kühlquaddern.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellenmodul, gekennzeichnet durch mindestens zwei innerhalb eines quaderförmigen Gehäuses in einer Ebene angeordnete Einzelzellen, wobei das Gehäuse aus einem anoden- und einem kathodenseitigen, jeweils mit einem Gasein- und -auslaß (4, 5; 8, 9) für die Brenngase versehenen Gehäuseteil (10, 11) besteht, die Gehäuseteile (10, 11) dichtend miteinander verbunden sind; die Einzelzellen elektrisch in Reihe geschaltet und die in jedem Gehäuseteil (10, 11) gebildeten Anoden- oder Kathodenräume gastechnisch jeweils in mindestens einer Reihe hintereinander angeordnet sind, indem in den Anoden- und Kathodenräumen der Einzelzellen angeordnete Gasverteiler über Gaskanäle (6, 7) jeweils miteinander verbunden sind, die bei Brennstoffzellenmodulen mit mehr als einer Einzelzellenreihe in randseitige Gehäusekanäle (19) münden.
2. Brennstoffzellenmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasverteiler durch Gasverteilternuten (12) gebildet sind.
3. Brennstoffzellenmodul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Gehäuseteile (10, 11) aus Kunststoff bestehen.
4. Brennstoffzellenmodul nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Gehäuseteile (10, 11) spritzgegossen sind.
5. Brennstoffzellenmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anoden- und Kathodenräume durch Membran/Elektroden-Einheiten (3) voneinander getrennt sind, die beidseitig mit Stromableitern (14) kontaktiert sind.
6. Brennstoffzellenmodul nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromableiter (14) auf in

- den Gehäuseteilen (10, 11) fest angeordnete Stromableiterkontakte (15) aufsetzen, die untereinander oder mit einem Außenkontakt (17) verbunden sind.
7. Brennstoffzellenmodul nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromableiterkontakte (15) jeweils mit in den Gehäuseteilen (10, 11) fest angeordneten Kontaktplatten (18) verbunden sind, die beim Verbinden der Gehäuseteile (10, 11) aufeinander aufsetzen. 5
8. Brennstoffzellenmodul nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromableiter (14) aus Graphit bestehen. 10
9. Brennstoffzellenmodul nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromableiter (14) aus Titan bestehen. 15
10. Brennstoffzellenmodul nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromableiter (14) aus Edelstahl bestehen.
11. Brennstoffzellenmodul nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromableiter (14) eine poröse Struktur aufweisen. 20

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

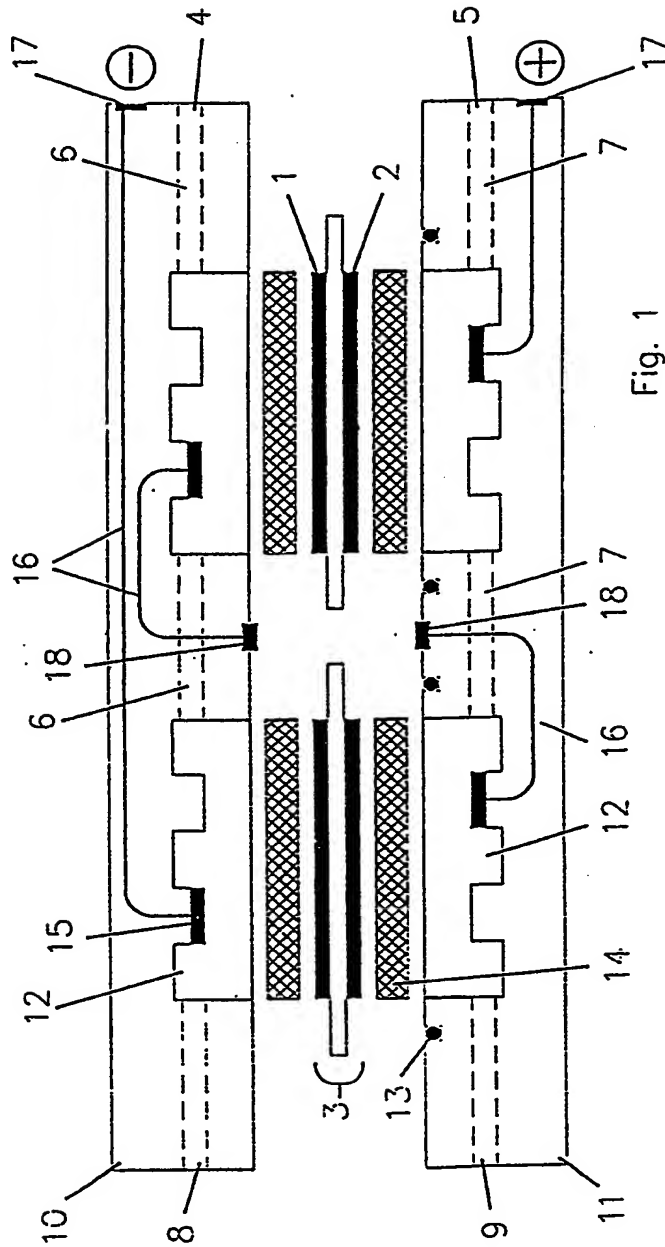


Fig. 1

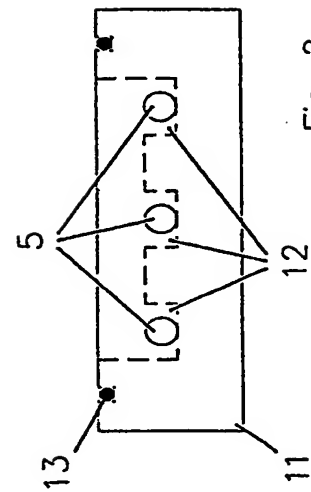
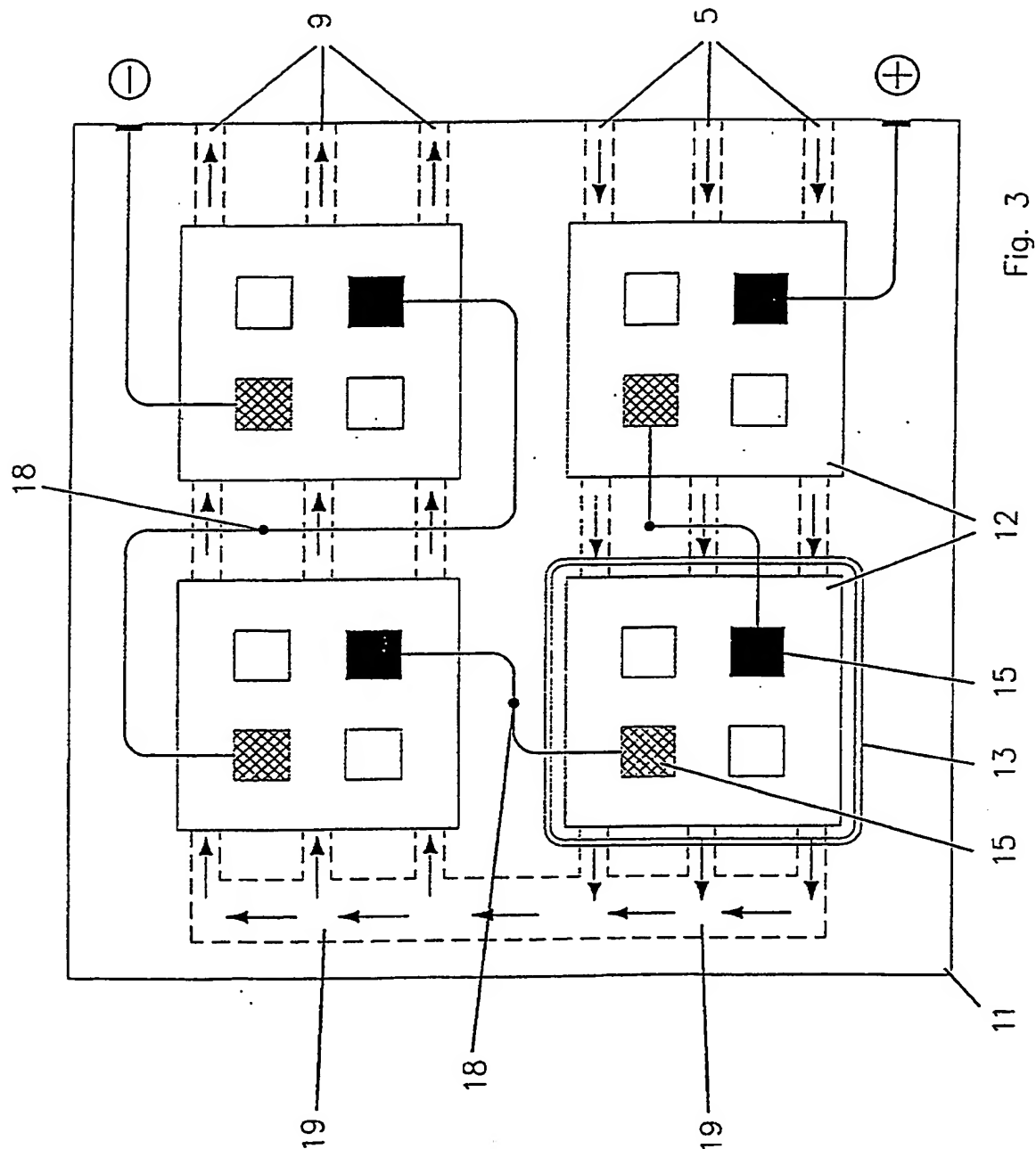


Fig. 2



DE 196 36 903

Fuel cell module

The fuel cell module has at least two individual cells arranged in a plane inside a rectangular housing consisting of anode and cathode sides with a gas inlet and outlet (4,5;8,9) for the combustion gases. The housing parts (10,11) are connected together at a sealed joint. The cells are electrically connected in series and the anode and cathode spaces in each housing are arranged in series wrt. gas flow. Gas distributors in the anode and cathode chambers of the individual cells are connected via gas channels (6,7) which open into edge channels (19) for modules with more than one row of cells.

THIS PAGE BLANK (USPTO)